

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 249 454 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
16.10.2002 Patentblatt 2002/42

(51) Int Cl.7: **C07F 7/18**

(21) Anmeldenummer: **02007327.6**

(22) Anmeldetag: **04.04.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Pfeiffer, Jürgen, Dr.**  
**84489 Burghausen (DE)**  
• **John, Peter, Dr.**  
**84489 Burghausen (DE)**

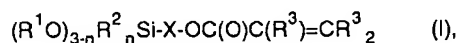
(30) Priorität: **12.04.2001 DE 10118489**

(74) Vertreter: **Budczinski, Angelika et al**  
**c/o Wacker-Chemie GmbH,**  
**Zentralabteilung PML,**  
**Hanns-Seidel-Platz 4**  
**81737 München (DE)**

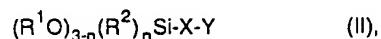
(71) Anmelder: **Wacker-Chemie GmbH**  
**81737 München (DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung ungesättigter Organosiliciumverbindungen**

(57) Verfahren zur Herstellung ungesättigter, carbo-  
nyloxyorganische Gruppen aufweisender Organosilane  
der allgemeinen Formel

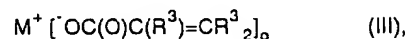


wobei  
R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, X, R<sup>3</sup> und n die in Anspruch 1 angegebenen Be-  
deutungen haben,  
durch Umsetzung von halogenorganofunktionellen Sili-  
ciumverbindungen der Formel



wobei R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, X und n die oben angegebenen Bedeu-

tungen haben und Y ein Halogenatom darstellt,  
mit Salz einer ungesättigten organischen Carbonsäure  
der Formel



wobei  
R<sup>3</sup>, M und o die in Anspruch 1 angegebenen Bedeutun-  
gen haben, in Anwesenheit von Phosphoniumsalz als  
Phasentransferkatalysator.

**EP 1 249 454 A1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung ungesättigter, carbonyloxyorganische Gruppen aufweisender Organosiliciumverbindungen in Anwesenheit von Phosphoniumsalzen als Phasentransferkatalysatoren.

[0002] Siliciumverbindungen mit ungesättigten organischen Carbonyloxy-Funktionen wie z.B. 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan finden weitverbreitete Anwendung als Haftvermittler zwischen anorganischen und organischen Materialien, so z.B. in Schichten für Glasfasern oder auch als Quervernetzer in organischen Polymeren.

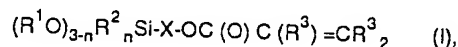
Verschiedene Verfahren zur Herstellung derartiger Verbindungen sind bekannt. So beschreibt u.a. DE 2851456 C2 die Hydrosilylierung von SiH-Bindungen enthaltenden Chlorsilanen mit ungesättigten organischen Molekülen wie Allylmethacrylat unter Metallkatalyse zu entsprechend ungesättigt organisch funktionalisierten Chlorsilanen. Der Nachteil bei diesem Verfahren ist die Tatsache, dass der nachfolgende, zum Erhalt der entsprechend Alkoxy-funktionalisierten Silane notwendige Alkoholyseschritt aufgrund der hohen Polymerisationsneigung der ungesättigten organischen Funktionalität in den meisten Fällen nicht kontinuierlich durchgeführt werden kann.

Neben diesem Verfahren ist, z.B. aus DE 38 32 621 C1, auch die direkte Reaktion eines SiH-Bindungen enthaltenden Alkoxysilans mit ungesättigten organischen Molekülen unter Metallkatalyse bekannt. Dieses Verfahren besitzt jedoch den großen Nachteil, dass die zur Durchführung notwendigen, zum Teil hochtoxischen und zur Zersetzung neigenden Alkoxysilane besondere Sicherheitsrisiken in sich bergen.

[0003] Bei den u.a. in EP 242 627 A2 und EP 437 653 B1 beschriebenen Verfahren werden dagegen die beschriebenen Verbindungen durch nukleophile Substitutionsreaktion zwischen einem Metall- oder Ammoniumsalz einer ungesättigten organischen Säure und einem halogenorganofunktionalisierten Silan erhalten. Dabei wird das Salz der ungesättigten organischen Säure auf verschiedenen Wegen gewonnen: Nach dem in EP 242 627 A2 beschriebenen Verfahren wird durch Reaktion der ungesättigten organischen Säure mit einem tertiären Amin das Ammoniumsalz gewonnen, welches sofort im gleichen Reaktionsgefäß mit der halogenorganischen Siliciumverbindung umgesetzt werden kann. Als nachteilig wirkt sich dabei jedoch die geringe Reaktivität der Ammoniumsalze der ungesättigten organischen Säuren aus, was zu sehr langen Reaktionszeiten und damit verbunden zu einer großen Gefahr der Polymerisation des Produktes führt. In EP 437 653 B1 werden zwei alternative Methoden beschrieben: Bei dem einen Verfahren wird das isolierte Natrium- oder Kalium-Salz der ungesättigten organischen Säure eingesetzt. Dies hat den Nachteil, dass dieses Salz erst in einem eigenen Prozess synthetisiert und aufwendig getrocknet werden

muss. Daneben kann das Metallsalz der ungesättigten organischen Säure auch durch Umsetzung des entsprechenden Metallalkoholates in dem entsprechenden Alkohol durch Umsetzung mit der ungesättigten organischen Säure erhalten werden. Nach Zugabe der halogenorganofunktionalisierten Siliciumverbindung und destillativem Entfernen des Alkohols kann die Reaktion dann im gleichen Reaktionsgefäß erfolgen. Dieses Verfahren birgt den Nachteil in sich, dass die verwendeten Metallalkoholate i.a. korrosiv, hochreaktiv und sehr kostspielig sind und zusätzlich große Mengen des jeweiligen, teils toxischen Alkohols als Solvens benötigt werden, was die Attraktivität dieses Verfahrens deutlich verringert.

[0004] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung ungesättigter, carbonyloxyorganische Gruppen aufweisender Organosilane der allgemeinen Formel



wobei

$R^1$  gleich oder verschieden sein kann und einen einwertigen, gegebenenfalls substituierten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, der mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein kann, bedeutet,

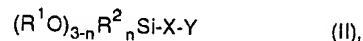
$R^2$  gleich oder verschieden sein kann und einen einwertigen, SiC-gebundenen, gegebenenfalls substituierten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, der mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein kann, oder Sil(oxan)ylrest bedeutet,

X einen zweiwertigen, gegebenenfalls substituierten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 40 Kohlenstoffatomen, der mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein kann, bedeutet,

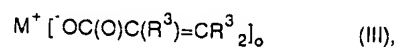
$R^3$  gleich oder verschieden sein kann und Wasserstoffatom oder einen einwertigen, gegebenenfalls substituierten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 40 Kohlenstoffatomen, der mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein kann, bedeutet und

n 0, 1, 2 oder 3 ist,

durch Umsetzung von halogenorganofunktionellen Siliciumverbindungen der Formel



wobei  $R^1$ ,  $R^2$ , X und n die oben angegebenen Bedeutungen haben und Y ein Halogenatom darstellt, mit Salz einer ungesättigten organischen Carbonsäure der Formel



wobei

R<sup>3</sup> die obige Bedeutung hat, M Alkali- oder Erdalkalimetallatom bedeutet und o entsprechend der Wertigkeit von M 1 oder 2 sein kann, in Anwesenheit von Phosphoniumsalz als Phasentransferkatalysator.

[0005] Beispiele für Reste R<sup>1</sup> sind die für Rest R<sup>3</sup> angegebenen Reste mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen.

[0006] Bevorzugt handelt es sich bei R<sup>1</sup> um gegebenenfalls mit Stickstoff, Schwefel oder Phosphor substituierte Kohlenwasserstoffreste mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, die mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein können, besonders bevorzugt um den Methyl-, Ethyl-, 2-Methoxyethyl-, Phenyl- oder Isopropylrest, insbesondere um den Ethyl- oder Methylrest.

[0007] Beispiele für Rest R<sup>2</sup> sind die für Rest R<sup>3</sup> angegebenen Reste mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen sowie Sil(oxan)ylreste der Formel (V) R<sub>3</sub>Si-(OSiR<sub>2</sub>)<sub>p</sub>O-, wobei R gleich oder verschieden sein kann und eine für R<sup>1</sup> angegebene Bedeutung hat, p 0 oder eine ganze Zahl von 1 bis 100 bedeutet, mit der Maßgabe, dass die Reste R sowohl direkt, also SiC-gebunden, als auch über Sauerstoff an das Siliciumatom gebunden sein können.

[0008] Bevorzugt handelt es sich bei Rest R<sup>2</sup> um gegebenenfalls mit Stickstoff, Schwefel oder Phosphor substituierte Kohlenwasserstoffreste mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, die mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein können, sowie um Sil(oxan)ylreste der Formel (V), besonders bevorzugt um den Phenyl-, Ethyl-, Methyl- oder Pentamethoxydisiloxylrest, insbesondere um den Methyl- oder den Ethylrest.

[0009] Beispiele für Rest X sind Alkylreste, wie der Methyl-, Ethyl-, n-Propyl-, iso-Propyl-, n-Butyl-, iso-Butyl-, tert.-Butyl-, n-Pentyl-, iso-Pentyl-, neo-Pentyl-, tert.-Pentylrest; Hexylreste, wie der n-Hexylrest; Heptylreste, wie der n-Heptylrest; Octylreste, wie der n-Octylrest und iso-Octylreste, wie der 2,2,4-Trimethylpentylrest; Nonylreste, wie der n-Nonylrest; Decylreste, wie der n-Decylrest; Dodecylreste, wie der n-Dodecylrest; Octadecylreste, wie der n-Octadecylrest; Alkylreste, wie der Vinyl- und n-Propenylrest; Arylreste, wie der Phenyl-, Phenylmethyl-, Phenylethyl-, 1-Phenylpropyl- und der 2-Phenylpropylrest, sowie (Poly)Alkylendioxygruppen der Formel (VI) -(CH<sub>2</sub>)<sub>q</sub>(OZ)<sub>m</sub>-, wobei m eine ganze Zahl von 1 bis 100 ist, q eine ganze Zahl von 1 bis 6 ist und Z die Bedeutung von Ethyl-, n-Propyl-, Isopropyl-, n-Butyl- oder Isobutylrest hat.

[0010] Bevorzugt handelt es sich bei X um zweiwertige, gegebenenfalls mit Stickstoff, Schwefel oder Phosphor substituierte Kohlenwasserstoffreste mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, die mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein können, besonders bevorzugt um n-Propyl-, iso-Propyl-, n-Butyl-, iso-Butyl-, Methyl-, Ethyl- oder p-Phenylreste, insbesondere um den Methylen- oder den n-Propylrest.

[0011] Beispiele für gegebenenfalls substituierte Kohlenwasserstoffreste R<sup>3</sup> sind Alkylreste, wie der Me-

thyl-, Ethyl-, n-Propyl-, iso-Propyl-, 1-n-Butyl-, 2-n-Butyl-, iso-Butyl-, tert.-Butyl-, n-Pentyl-, iso-Pentyl-, neo-Pentyl-, tert.-Pentylrest; Hexylreste, wie der n-Hexylrest; Heptylreste, wie der n-Heptylrest; Octylreste, wie der n-Octylrest und iso-Octylreste, wie der 2,2,4-Trimethylpentylrest; Nonylreste, wie der n-Nonylrest; Decylreste, wie der n-Decylrest; Dodecylreste, wie der n-Dodecylrest; Octadecylreste, wie der n-Octadecylrest; Cycloalkylreste, wie der Cyclopentyl-, Cyclohexyl-, Cycloheptylrest und Methylcyclohexylreste; Alkylreste, wie der Vinyl-, 1-Propenyl- und der 2-Propenylrest; Arylreste, wie der Phenyl-, Naphthyl-, Anthryl- und Phenanthrylrest; Alkarylreste, wie o-, m-, p-Tolylreste; Xylreste und Ethylphenylreste; und Aralkylreste, wie der Benzylrest, der α- und der β-Phenylethylrest, sowie Dialkylaminoalkylreste, wie der Dimethylaminomethyl-, der 2-Dimethylaminoethyl- und der 2-Dimethylaminopropylrest.

[0012] Bevorzugt handelt es sich bei Rest R<sup>3</sup> um Wasserstoffatom oder gegebenenfalls mit Stickstoff, Schwefel oder Phosphor substituierte Kohlenwasserstoffreste mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, die mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein können, besonders bevorzugt um Wasserstoffatom, den Methyl- oder den Ethylrest, insbesondere um Wasserstoffatom oder den Methylrest.

[0013] Bevorzugt hat n die Bedeutung von 0 oder 1.

[0014] Bevorzugt hat Y die Bedeutung von Iod-, Brom- oder Chloratom, besonders bevorzugt Chloratom.

[0015] Beispiele für M sind Alkalimetallatome, wie Li, Na, K und Rb, sowie Erdalkalimetallatome, wie Mg, Ca, Sr und Ba.

[0016] Bevorzugt handelt es sich bei M um Natrium oder Kalium, insbesondere um Kalium.

[0017] Im Fall von M gleich Alkalimetallatom hat o in Formel (III) die Bedeutung von 1 und im Fall von M gleich Erdalkalimetallatom ist o gleich 2.

[0018] Beispiele für die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbaren ungesättigten, carbonylorganischen Gruppen aufweisenden Organosilane der allgemeinen Formel (I) sind Acryloxymethyltrimethoxysilan, Acryloxymethyltriethoxysilan, Acryloxymethyltriphenoxysilan, Acryloxymethyltris(2-methoxyethoxy)silan, Acryloxymethyltriisopropoxysilan, Acryloxymethyl(dimethoxy)methylsilan, Acryloxymethyl(diethoxy)methylsilan, Acryloxymethyl(diphenoxy)methylsilan, Acryloxymethylbis(2-methoxyethoxy)methylsilan, Acryloxymethyl(diisopropoxy)methylsilan, Acryloxymethyl(dimethyl)methoxysilan, Acryloxymethyl(dimethyl)ethoxysilan, Acryloxymethyl(dimethyl)phenoxysilan, Acryloxymethyl-(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan, Acryloxymethyl-(dimethyl)isopropoxysilan, Methacryloxymethyltrimethoxysilan, Methacryloxymethyltriethoxysilan, Methacryloxymethyltriphenoxysilan, Methacryloxymethyltris(2-methoxyethoxy)silan, Methacryloxymethyltriisopropoxysilan, Methacryloxymethyl(dimethoxy)methylsilan, Methacryloxymethyl(diethoxy)methylsilan, Me-

thacryloxymethyl(diphenoxy)methylsilan, Methacryloxymethylbis(2-methoxyethoxy)methylsilan, Methacryloxymethyl(diisopropoxy)methylsilan, Methacryloxymethyl(dimethyl)methoxysilan, Methacryloxymethyl(dimethyl)ethoxysilan, Methacryloxymethyl(dimethyl)phenoxysilan, Methacryloxymethyl(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan, Methacryloxymethyl(dimethyl)isopropoxysilan, 3-Acryloxypropyltrimethoxysilan, 3-Acryloxypropyltriethoxysilan, 3-Acryloxypropyltriphenoxysilan, 3-Acryloxypropyltris(2-methoxyethoxy)silan, 3-Acryloxypropyltriisopropoxysilan, 3-Acryloxypropyl(dimethoxy)methylsilan, 3-Acryloxypropyl(diphenoxy)methylsilan, 3-Acryloxypropyl(diethoxy)methylsilan, 3-Acryloxypropylbis(2-methoxyethoxy)-methylsilan, 3-Acryloxypropyl(diisopropoxy)methylsilan, 3-Acryloxypropyl(dimethyl)methoxysilan, 3-Acryloxypropyl(dimethyl)ethoxysilan, 3-Acryloxypropyl(dimethyl)phenoxysilan, 3-Acryloxypropyl(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan, 3-Acryloxypropyl(dimethyl)isopropoxysilan, 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan, 3-Methacryloxypropyltriethoxysilan, 3-Methacryloxypropyltriphenoxysilan, 3-Methacryloxypropyltris(2-methoxyethoxy)silan, 3-Methacryloxypropyltriisopropoxysilan, 3-Methacryloxypropyl(dimethoxy)methylsilan, 3-Methacryloxypropyl(diethoxy)methylsilan, 3-Methacryloxypropyl(diphenoxy)methylsilan, 3-Methacryloxypropylbis(2-methoxyethoxy)methylsilan, 3-Methacryloxypropyl(diisopropoxy)methylsilan, 3-Methacryloxypropyl(dimethyl)methoxysilan, 3-Methacryloxypropyl(dimethyl)ethoxysilan, 3-Methacryloxypropyl(dimethyl)phenoxysilan, 3-Methacryloxypropyl(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan und 3-Methacryloxypropyl(dimethyl)isopropoxysilan.

[0019] Beispiele für die im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten halogenorganofunktionellen Siliciumverbindungen der Formel (II) sind Chlormethyltrimethoxysilan, Brommethyltrimethoxysilan, Chlormethyltriethoxysilan, Brommethyltriethoxysilan, Chlormethyltriphenoxysilan, Brommethyltriphenoxysilan, Chlormethyltris(2-methoxyethoxy)silan, Chlormethyltriisopropoxysilan, Brommethyltriisopropoxysilan, Chlormethyl(dimethoxy)methylsilan, Brommethyl(dimethoxy)-methylsilan, Chlormethyl(diethoxy)methylsilan, Brommethyl(diethoxy)methylsilan, Chlormethyl(diphenoxy)methylsilan, Brommethyl(diphenoxy)methylsilan, Chlormethylbis(2-methoxyethoxy)methylsilan, Brommethylbis(2-methoxyethoxy)methylsilan, Chlormethyl(diisopropoxy)methylsilan, Brommethyl(diisopropoxy)methylsilan, Chlormethyl(dimethyl)methoxysilan, Brommethyl(dimethyl)-methoxysilan, Chlormethyl(dimethyl)ethoxysilan, Brommethyl(dimethyl)ethoxysilan, Chlormethyl(dimethyl)phenoxysilan, Brommethyl(dimethyl)phenoxysilan, Chlormethyl(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan, Brommethyl(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan, Chlormethyl(dimethyl)isopropoxysilan, 3-Chlorpropyltrimethoxysilan, 3-Brompropyltrimethoxysilan, 3-Chlorpropyltriethoxysilan, 3-Chlorpropyltriphenoxysilan, 3-Brompropyltris(2-methoxyethoxy)silan, 3-Brompropyltriisopropoxysilan, 3-Chlorpropyl(dimethoxy)methylsilan, 3-Brompropyl(dimethoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyl(diethoxy)methylsilan, 3-Brompropyl(diphenoxy)methylsilan, 3-Brompropylbis(2-methoxyethoxy)methylsilan, 3-Brompropylbis(2-methoxyethoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyl(diisopropoxy)methylsilan, 3-Brompropyl(diisopropoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)methoxysilan, 3-Brompropyl(dimethyl)methoxysilan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)ethoxysilan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)phenoxysilan, 3-Brompropyl(dimethyl)phenoxysilan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan, 3-Brompropyl(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)isopropoxysilan, 3-Brompropyl(dimethyl)isopropoxysilan.

oxysilan, 3-Brompropyltriphenoxysilan, 3-Chlorpropyltris(2-methoxyethoxy)silan, 3-Brompropyltris(2-methoxyethoxy)silan, 3-Chlorpropyltriisopropoxysilan, 3-Brompropyltriisopropoxysilan, 3-Chlorpropyl(dimethoxy)methylsilan, 3-Brompropyl(dimethoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyl(diethoxy)methylsilan, 3-Brompropyl(diethoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyl(diphenoxy)methylsilan, 3-Brompropylbis(2-methoxyethoxy)methylsilan, 3-Brompropylbis(2-methoxyethoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyl(diisopropoxy)methylsilan, 3-Brompropyl(diisopropoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)methoxysilan, 3-Brompropyl(dimethyl)methoxysilan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)ethoxysilan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)phenoxysilan, 3-Brompropyl(dimethyl)phenoxysilan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan, 3-Brompropyl(dimethyl)(2-methoxyethoxy)silan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)isopropoxysilan, 3-Brompropyl(dimethyl)isopropoxysilan.

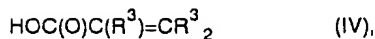
[0020] Bevorzugt handelt es sich bei den erfindungsgemäß eingesetzten Siliciumverbindungen der Formel (II) um Chlormethyltrimethoxysilan, Chlormethyltriethoxysilan, Chlormethyl(dimethoxy)methylsilan, Chlormethyl(diethoxy)methylsilan, Chlormethyl(dimethyl)-methoxysilan, Chlormethyl(dimethyl)ethoxysilan, 3-Chlorpropyltrimethoxysilan, 3-Chlorpropyltriethoxysilan, 3-Chlorpropyl-(dimethoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyl(diethoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyl(dimethyl)methoxysilan und 3-Chlorpropyl(dimethyl)-ethoxysilan, wobei Chlormethyltrimethoxysilan, Chlormethyl(dimethoxy)methylsilan, 3-Chlorpropyltriethoxysilan, 3-Chlorpropyltrimethoxysilan und 3-Chlorpropyl(dimethoxy)methylsilan besonders bevorzugt sind.

[0021] Die im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten halogenorganofunktionellen Siliciumverbindungen der Formel (II) sind handelsübliche Produkte bzw. nach in der Chemie gängigen Methoden herstellbar.

[0022] Beispiele für die im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Salze einer ungesättigten organischen Carbonsäure der Formel (III) sind Kaliumacrylat, Kaliummethacrylat, Natriumacrylat, Natriummethacrylat, *E*-But-2-ensäurekaliumsalz, *Z*-But-2-ensäurekaliumsalz, *E*-But-2-ensäurenatriumsalz, *Z*-But-2-ensäurenatriumsalz, *E*-2-Methyl-but-2-ensäurekaliumsalz, *Z*-2-Methyl-but-2-ensäurekaliumsalz, *E*-2-Methyl-but-2-ensäurenatriumsalz und *Z*-2-Methyl-but-2-ensäurenatriumsalz.

[0023] Die im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Salze der Formel (III) sind handelsübliche Produkte bzw. nach in der Chemie gängigen Methoden herstellbar.

[0024] Bevorzugt handelt es sich bei den erfindungsgemäß eingesetzten Salzen der Formel (III) um solche, die durch Umsetzung einer wässrigen Lösung eines Metallhydroxids (i) der Formel (VII)  $M(OH)_k$ , wobei *M* eine oben dafür angegebene Bedeutung hat und *k* abhängig von der Wertigkeit von *M* 1 oder 2 bedeutet, mit einer ungesättigten organischen Carbonsäure (ii) der Formel



wobei R<sup>3</sup> die oben angegebene Bedeutung hat, in Anwesenheit eines organischen Lösungsmittels (iii), welches mit Wasser ein Azeotrop bildet und welches in flüssiger Form mit Wasser ein Zweiphasen-System bildet,

gefolgt von a) der Entfernung des Wassers durch azeotrope Destillation sowie weiter gefolgt von b) der destillativen Abtrennung von 10 bis 100 Gewichts-% des eingesetzten organischen Lösungsmittels.

[0025] Das so erhaltene Salz einer ungesättigten Carbonsäure, gegebenenfalls im Gemisch mit verbleibendem organischen Lösungsmittel (iii), kann dann vorteilhafterweise direkt, ohne weitere Aufarbeitungsschritte im erfindungsgemäßen Verfahren als Verbindung der Formel (III) eingesetzt werden. Dies beinhaltet auch den großen Vorteil, dass die Herstellung des im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Salzes der Formel (III) sowie dessen erfindungsgemäße Umsetzung mit den Siliciumverbindungen der Formel (II) in ein und demselben oder aber auch in zwei verschiedenen Reaktionsgefäßen durchgeführt werden können, wobei das aus dem ersten Reaktionsschritt resultierende, gegebenenfalls als Suspension vorliegende, nicht isolierte Salz der ungesättigten organischen Carbonsäure durch jedes beliebige Verfahren, z.B. über eine Schnecke oder über eine Pumpe, aus dem ersten Reaktionsbehälter in den zweiten Reaktionsbehälter, in dem dann die Umsetzung mit der Verbindung der Formel (II) durchgeführt wird, überführt werden kann.

[0026] Die azeotrope Abtrennung des Wassers a) und die nachfolgende destillative Abtrennung des organischen Lösungsmittels b) können entweder bei Normaldruck oder auch unter reduziertem Druck erfolgen, wobei der Druck bevorzugt zwischen 100 und 1000 hPa, besonders bevorzugt zwischen 200 und 300 hPa, liegt.

[0027] Organische Lösungsmittel (iii), die zur oben beschriebenen Herstellung des erfindungsgemäß eingesetzten Metallsalzes der Formel (III) verwendet werden können, sind aromatische Kohlenwasserstoffe, die gegebenenfalls mit Alkylgruppen substituiert sein können, n-, iso- oder cyclo-Alkane mit 5 bis 10 Kohlenstoffatomen, oder symmetrische oder unsymmetrische Ether mit 2 bis 10 Kohlenstoffatomen, die lineare oder verzweigte Alkylgruppen oder Arylgruppen aufweisen können, oder beliebige Mischungen aus diesen Lösungsmitteln.

[0028] Beispiele für solche organische Lösungsmittel (iii) sind Toluol, m-, o-, und p-Xylol und deren Mischungen, n-Pentan, n-Hexan, n-Heptan, Cyclopentan, Cyclohexan, Cyclooctan, Cyclohexen, Z-Cycloocten, Diethylether, tert.-Butylmethylether oder Di-nbutylether, wobei es sich bevorzugt um n-Heptan, Xylole und deren Mischungen oder Toluol und besonders bevorzugt um Toluol handelt.

[0029] Beispiele für ungesättigte organische Säuren (ii) der Formel (IV) sind Acrylsäure, Methacrylsäure, E-But-2-ensäure, Z-But-2-ensäure, E-2-Methyl-but-2-ensäure und Z-2-Methyl-but-2-ensäure.

5 [0030] Das molare Verhältnis der ungesättigten organischen Säure (ii) zum Metallhydroxid (i) der Formel (VII) kann für k = 1 zwischen 0,5 und 2, bevorzugt 0,8 bis 1,2 und besonders bevorzugt 1, betragen. Für k = 2 kann dieses molare Verhältnis 1 bis 3, bevorzugt 1,5 bis 10 2,5 und besonders bevorzugt 2, betragen.

[0031] Falls im erfindungsgemäßen Verfahren das Salz der Formel (III) im Gemisch mit organischem Lösungsmittel (iii) eingesetzt wird, kann dieses entweder bei Normaldruck oder auch bei reduziertem Druck, bevorzugt bei einem Druck von 200 bis 300 hPa, destillativ, 15 gegebenenfalls durch Rektifikation, aus dem erfindungsgemäßen Reaktionsgemisch ganz oder teilweise entfernt werden.

[0032] Die erfindungsgemäße Umsetzung von Salz der ungesättigten organischen Säure der Formel (III) mit 20 einer halogenorganofunktionellen Siliciumverbindung der Formel (II) wird bei Temperaturen von bevorzugt 60 bis 150°C, besonders bevorzugt 70 bis 120°C, durchgeführt.

25 [0033] Das erfindungsgemäße Verfahren wird bei einem Druck von bevorzugt 100 bis 1000 hPa, besonders bevorzugt 200 bis 300 hPa, durchgeführt.

[0034] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt das molare Verhältnis von halogenorganofunktioneller Siliciumverbindung der Formel (II) zur Carboxylgruppe 30 im Salz der Formel (III) zwischen bevorzugt 0,5 und 1,5, besonders bevorzugt zwischen 0,9 und 1,1, insbesondere zwischen 1 und 1,05.

[0035] Das erfindungsgemäße Verfahren kann an 35 Luft oder unter einer Inertgasatmosphäre durchgeführt werden, wobei unter Inertgas ein solches zu verstehen ist, welches gegen die im Reaktionsgemisch enthaltenen Komponenten unter den gegebenen Reaktionsbedingungen unreaktiv ist, wie z.B. unter Stickstoff oder 40 Argon oder Gemischen davon. Bevorzugt wird das Verfahren unter Inertgasatmosphäre, besonders bevorzugt unter Stickstoffatmosphäre, durchgeführt. Falls erwünscht kann die erfindungsgemäße Umsetzung auch unter einer Stickstoffatmosphäre durchgeführt werden, 45 welche 0,1 bis 2 Prozent Sauerstoff enthält.

[0036] Das erfindungsgemäße Verfahren wird bevorzugt unter weitgehendem Ausschluss von Wasser durchgeführt, was durch übliche Verfahren zum Entfernen von Wasserspuren aus den im Reaktionsgefäß vorhandenen Komponenten, wie Trocknen z.B. der organischen Lösungsmittel oder der Inertgasatmosphäre etc., 50 erreicht werden kann.

[0037] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird Phasentransferkatalysator in Mengen von bevorzugt 55 0,1 bis 20 Gewichtsprozent, besonders bevorzugt 0,5 bis 5 Gewichtsprozent, insbesondere 0,8 bis 2 Gewichtsprozent, jeweils bezogen auf die Menge der eingesetzten halogenorganofunktionellen Siliciumverbin-

dung der Formel (II), eingesetzt.

**[0038]** Beispiele für die erfindungsgemäß eingesetzten Phasentransferkatalysatoren sind quarternäre Phosphonium-Salze, wie Tetra-n-butylphosphoniumbromid, Tetra-n-butylphosphoniumchlorid, Methyltri-n-butylphosphoniumchlorid, Methyltri-n-butylphosphoniumbromid, n-Butyltriphenylphosphoniumbromid, n-Butyltriphenylphosphoniumchlorid, Methyltriphenylphosphoniumchlorid und Methyltriphenylphosphoniumbromid, wobei Methyltriphenylphosphoniumchlorid, n-Butyltriphenylphosphoniumbromid und Tetra-n-butylphosphoniumbromid besonders bevorzugt sind.

**[0039]** Die erfindungsgemäße Umsetzung der halogenorganofunktionellen Verbindung der Formel (II) mit den Salzen der Formel (III) kann in Anwesenheit oder Abwesenheit von organischem Lösungsmittel durchgeführt werden, wobei die Verwendung von organischem Lösungsmittel, insbesondere die Verwendung von polar-aprotischem Lösungsmittel bevorzugt ist.

**[0040]** Falls bei dem erfindungsgemäßen Verfahren organisches Lösungsmittel verwendet wird, handelt es sich um Mengen von bevorzugt 5 bis 300 Gewichtsprozent, besonders bevorzugt 10 bis 100 Gewichtsprozent, insbesondere 20 bis 50 Gewichtsprozent, jeweils bezogen auf die Menge an eingesetzter halogenorganischer Siliciumverbindung der Formel (II).

**[0041]** Beispiele für organische, polar-aprotische Lösungsmittel, die im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt werden können, sind solche, welche die erfindungsgemäße Reaktion unterstützen, wie etwa Aceton, N,N-Dimethylformamid, Dimethylsulfoxid, N-Methyl-2-pyrrolidon,  $\gamma$ -Butyrolacton, Diethylenglykoldimethylether und Diethylenglykoldiethylether, wobei Aceton, N,N-Dimethylformamid und N-Methyl-2-pyrrolidon bevorzugt sowie N,N-Dimethylformamid besonders bevorzugt sind.

**[0042]** Falls erwünscht, kann das erfindungsgemäße Verfahren in Anwesenheit von Inhibitoren, d.h. Verbindungen, welche die unerwünschte Polymerisation der Zielverbindungen über die ungesättigte organische Funktion verhindern, durchgeführt werden. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Inhibitoren bevorzugt eingesetzt.

**[0043]** Beispiele für Inhibitoren, die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt werden können, sind aromatische Amine, Chinone, Hydrochinone, sterisch gehinderte Phenole oder stabile Radikale, wie N,N'-Diphenyl-p-phenylendiamin, N,N'-Di- $\beta$ -naphthyl-p-phenylendiamin, Phenothiazin, Hydrochinon, Hydrochinonmonomethylether, 2,6-Di-tert-butyl-phenol, 2,6-Di-tert-butyl-4-methyl-phenol, 2,6-Di-tert-butyl-4-(N,N-dimethylamino)methylphenol und 2,2,6,6-Tetramethylpiperidyl-N-oxid.

**[0044]** Falls bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Inhibitoren eingesetzt werden, handelt es sich um Mengen von bevorzugt 0,01 bis 1 Gewichts-%, besonders bevorzugt 0,05 bis 0,4 Gewichts-%, jeweils bezogen auf die Menge der eingesetzten halogenorganofunktionali-

sierten Siliciumverbindung der Formel (II).

**[0045]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können außer halogenorganofunktioneller Siliciumverbindungen der Formel (II), Salz einer ungesättigten organischen Carbonsäure der Formel (III), Phosphoniumsalz als Phasentransferkatalysator, gegebenenfalls organischem Lösungsmittel und gegebenenfalls Inhibitor noch weitere, für nukleophile Substitutionsreaktionen übliche Zusatzstoffe eingesetzt werden, wie z.B. Alkalimetalliodide.

Darüberhinaus werden vorzugsweise keine weiteren Stoffe eingesetzt.

**[0046]** Bei den im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Komponenten kann es sich jeweils um eine Art einer solchen Komponente wie auch um ein Gemisch aus mindestens zwei Arten einer jeweiligen Komponente handeln.

**[0047]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können die eingesetzten Komponenten in beliebiger Reihenfolge miteinander vermischt werden.

**[0048]** Nach Beendigung der erfindungsgemäßen Umsetzung können die erhaltenen ungesättigten, carbonyloxyorganische Gruppen aufweisenden Organosiliciumverbindungen nach an sich bekannten Verfahren isoliert bzw. gereinigt werden, wie z.B. durch Filtration oder Abzentrifugieren des entstehenden Metallhalogenids, Destillation, Rektifikation, Dünnschichtdestillation usw.

**[0049]** Die erhaltenen ungesättigten, carbonyloxyorganische Gruppen aufweisenden Organosiliciumverbindungen können für alle Zwecke eingesetzt werden, für die auch bisher derartige Verbindungen eingesetzt wurden.

**[0050]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden halogenorganofunktionelle Siliciumverbindungen der Formel (II) mit Salz einer ungesättigten organischen Carbonsäure der Formel (III) in Anwesenheit von Phosphoniumsalz als Phasentransferkatalysator, polar-aprotischem organischen Lösungsmittel und Inhibitor umgesetzt.

**[0051]** Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden halogenorganofunktionelle Siliciumverbindungen der Formel (II) mit Salz einer ungesättigten organischen Carbonsäure der Formel (III) in Anwesenheit von Phosphoniumsalz als Phasentransferkatalysator, polar-aprotischem organischen Lösungsmittel und Inhibitor umgesetzt, wobei das Salz der Formel (III) durch Umsetzung einer wässrigen Lösung eines Metallhydroxids (i) der Formel (VII) mit einer ungesättigten organischen Carbonsäure (ii) der Formel (IV) in Anwesenheit eines organischen Lösungsmittels (iii), welches mit Wasser ein Azeotrop bildet und welches in flüssiger Form mit Wasser ein Zweiphasen-System bildet, gefolgt von a) der Entfernung des Wassers durch azeotrope Destillation sowie weiter gefolgt von b) der destillativen Abtrennung von 10 bis 100 Gewichts-% des eingesetzten organischen Lösungsmittels hergestellt wird.

[0052] Das erfindungsgemäße Verfahren kann absatzweise oder kontinuierlich durchgeführt werden.

[0053] Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass es einfach in der Durchführung ist und ungesättigte, carbonyloxyorganische Gruppen aufweisende Organosiliciumverbindungen auf effiziente und kostengünstige Weise sowie in hohen Ausbeuten und Reinheiten hergestellt werden können.

[0054] Das erfindungsgemäße Verfahren hat insbesondere den Vorteil, dass durch den Einsatz von Phosphoniumsalzen als Phasentransferkatalysatoren während der Reaktion keine Zersetzungsprodukte gebildet werden, was den Erhalt eines hochreinen Produktes deutlich erleichtert.

[0055] Das erfindungsgemäße Verfahren hat darüber hinaus den Vorteil, dass durch den Einsatz von Phosphoniumsalzen als Phasentransferkatalysatoren in Kombination mit dem Einsatz von polar-aprotischen Lösungsmitteln die Zielprodukte der Formel (I) in ungewöhnlich kurzer Zeit unter sehr milden Bedingungen erhalten werden können.

[0056] Die erfindungsgemäße Verwendung von Salzen der Formel (III), welche durch die oben beschriebene Umsetzung von Metallhydroxiden (i) und ungesättigter Carbonsäuren (ii), verbunden mit azeotroper Entfernung des Wasser und nachfolgender Entfernung des organischen Lösungsmittels (iii) hergestellt wurden, hat beim Einsatz von Verbindungen der Formel (II) mit  $n \leq 2$  insbesondere den Vorteil, dass unerwünschte Hydrolyse-/Kondensationsreaktionen vermieden werden können, die zur Bildung von Oligo- oder Polysiloxanen führen würden, wodurch zum einen Ausbeuteverluste an Zielprodukt auftreten und zum anderen schwer zu entfernende feste und flüssige Nebenprodukte entstehen würden.

[0057] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich des weiteren dadurch aus, dass alle verwendeten Lösungsmittel wiederverwendet werden können, wodurch ein besonders schonender Umgang mit Ressourcen und Umwelt ermöglicht wird.

[0058] In den nachfolgenden Beispielen beziehen sich alle Angaben von Teilen und Prozentsätzen, soweit nicht anders angegeben, auf das Gewicht. Sofern nicht anders angegeben, werden die folgenden Beispiele bei einem Druck der umgebenden Atmosphäre, also bei etwa 1000 hPa, und bei Raumtemperatur, also etwa 20°C bzw. einer Temperatur, die sich beim Zusammengeben der Reaktanden bei Raumtemperatur ohne zusätzliche Heizung oder Kühlung einstellt, durchgeführt. Alle in den Beispielen angeführten Viskositätsangaben sollen sich auf eine Temperatur von 25°C beziehen. Alle in den Beispielen beschriebenen Umsetzungen wurden unter einer Inertgasatmosphäre, bestehend aus Stickstoff, durchgeführt.

#### Beispiel 1

[0059] 448,8 g (8 Mol) Kaliumhydroxid werden in 400

g Wasser gelöst, mit 2000 g Toluol überschichtet und mit 688,1 g (8 Mol) Methacrylsäure neutralisiert. Nach Absenken des Drucks auf 250 hPa wird alles Wasser mittels eines Schwerwasserabscheiders ausgekreist. Danach werden 1800 g Toluol aus der Reaktionsmischung abdestilliert. Die so erhaltene Suspension weist einen Wassergehalt von 0,05 % auf.

Nach Zugabe einer Lösung von 2,1 g N,N'-Diphenyl-p-phenylendiamin und 25 g Methyltriphenylphosphoniumchlorid in einer Mischung aus 1590 g (8 Mol) 3-Chlorpropyltrimethoxysilan und 400 g N,N-Dimethylformamid wird das Reaktionsgemisch bei 250 hPa erhitzt und weitere 400 g Toluol abdestilliert bis die Temperatur 115°C erreicht. Danach werden noch weitere zwei Stunden bei 115°C und 250 hPa gerührt. Nach Filtration vom entstandenen Kaliumchlorid wird das N,N-Dimethylformamid bei 50°C/5 hPa abgetrennt. Ein <sup>1</sup>H-NMR des verbleibenden Rohproduktes zeigt ein Produkt:Dimer-Verhältnis von 1 : 0,03. Das Rohprodukt wird mit 1,7 g 2,6-Di-tert-butyl-phenol versetzt. Durch Destillation bei 5 hPa über eine 20 cm Kolonne mit Raschig-Ringen werden bei einer Siedetemperatur von 102-103°C 1865 g 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan erhalten. Dies entspricht einer Ausbeute von 94 %.

#### Vergleichsbeispiel 1

[0060] Die in Beispiel 1 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt mit dem Unterschied, dass auf den Einsatz von 25 g Methyltriphenylphosphoniumchlorid als Phasentransfer-Katalysator verzichtet wird. Zur vollständigen Reaktion des 3-Chlorpropyltrimethoxysilans ist achtstündiges Erhitzen auf 115°C notwendig. Ein <sup>1</sup>H-NMR der Reaktionslösung nach vollständiger Reaktion zeigt ein Produkt:Dimer-Verhältnis von 1:0,05. Es werden 1786 g (90 %) 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan erhalten.

#### Vergleichsbeispiel 2

[0061] Die in Beispiel 1 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt mit dem Unterschied, dass anstelle von 25 g Methyltriphenylphosphoniumchlorid 25 g Tetra-n-butylammonium-hydrogensulfat eingesetzt wird. Zur vollständigen Reaktion des 3-Chlorpropyltrimethoxysilans ist fünfstündiges Erhitzen auf 115°C notwendig. Ein <sup>1</sup>H-NMR der Reaktionslösung nach vollständiger Reaktion zeigt ein Produkt:Dimer-Verhältnis von 1:0,04. Es werden 1825 g (92 %) 3-Methacryloxypropyl-trimethoxysilan erhalten. Das Produkt weist einen unangenehmen, fischartigen Geruch auf. In einem <sup>1</sup>H-NMR Spektrum lassen sich 0,2 % Tri-n-butylamin nachweisen.

#### Beispiel 2

[0062] Die in Beispiel 1 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt, mit dem Unterschied, dass darauf



verzichtet wird, vor Zugabe von N,N-Dimethylformamid, 3-Chlorpropyltrimethoxysilan, Methyltriphenylphosphoniumchlorid und N,N'-Diphenyl-*p*-phenylendiamin, Toluol abzudestillieren. Die vor der Zugabe von N,N-Dimethylformamid, 3-Chlorpropyltrimethoxysilan, Methyltriphenylphosphoniumchlorid und N,N'-Diphenyl-*p*-phenylendiamin erhaltene Suspension weist einen Wassergehalt von 0,3 % auf.

Ein <sup>1</sup>H-NMR der Reaktionslösung nach beendeter Reaktion zeigt ein Verhältnis Produkt:Dimer von 1:0,14. Durch Destillation werden 1250 g 3-Methacryloxypropyl-trimethoxysilan erhalten. Dies entspricht einer Ausbeute von 63 %.

### Beispiel 3

[0063] Die in Beispiel 1 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt, mit dem Unterschied, dass anstelle von 3-Chlorpropyltrimethoxysilan 3-Chlorpropyl(dimethoxy)methylsilan eingesetzt wird. Die vor Zugabe von N,N-Dimethylformamid, 3-Chlorpropyl(dimethoxy)methylsilan, Methyltriphenylphosphoniumchlorid und N,N'-Diphenyl-*p*-phenylendiamin erhaltene Suspension weist einen Wassergehalt von 0,06 % auf. Ein <sup>1</sup>H-NMR der Reaktionslösung nach beendeter Reaktion zeigt ein Verhältnis Produkt:Dimer von 1:0,04. Durch Destillation werden 1708 g 3-Methacryloxypropyl(dimethoxy)methylsilan erhalten. Dies entspricht einer Ausbeute von 92 %.

### Beispiel 4

[0064] Die in Beispiel 3 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt, mit dem Unterschied, dass darauf verzichtet wird, vor Zugabe von N,N-Dimethylformamid, 3-Chlorpropyl(dimethoxy)methylsilan, Methyltriphenylphosphoniumchlorid und N,N'-Diphenyl-*p*-phenylendiamin, Toluol abzudestillieren. Die vor Zugabe von N,N-Dimethylformamid, 3-Chlorpropyl(dimethoxy)methylsilan, Methyltriphenylphosphoniumchlorid und N,N'-Diphenyl-*p*-phenylendiamin erhaltene Suspension weist einen Wassergehalt von 0,35 % auf.

[0065] Ein <sup>1</sup>H-NMR der Reaktionslösung nach beendeter Reaktion zeigt ein Verhältnis Produkt:Dimer von 1:0,2. Durch Destillation werden 1040 g 3-Methacryloxypropyl(dimethoxy)methylsilan erhalten. Dies entspricht einer Ausbeute von 56 %.

### Beispiel 5

[0066] Die in Beispiel 1 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt, mit dem Unterschied, dass anstelle von 3-Chlorpropyltrimethoxysilan Chlormethyl(dimethoxy)methylsilan eingesetzt wird. Die vor Zugabe von N,N-Dimethylformamid, Chlormethyl(dimethoxy)methylsilan, Methyltriphenylphosphoniumchlorid und N,N'-Diphenyl-*p*-phenylendiamin erhaltene Suspension weist einen Wassergehalt von 0,02 % auf.

Ein <sup>1</sup>H-NMR der Reaktionslösung nach beendeter Reaktion zeigt ein Verhältnis Produkt:Dimer von 1:0,02. Durch Destillation bei einem Druck von 5 hPa werden bei einer Siedetemperatur von 78 bis 80°C 1550 g Methacryloxymethyl-(dimethoxy)methylsilan erhalten. Dies entspricht einer Ausbeute von 95 %.

### Beispiel 6

[0067] Die in Beispiel 5 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt, mit dem Unterschied, dass darauf verzichtet wird, vor Zugabe von N,N-Dimethylformamid, Chlormethyl(dimethoxy)methylsilan, Methyltriphenylphosphoniumchlorid und N,N'-Diphenyl-*p*-phenylendiamin, Toluol abzudestillieren. Die vor Zugabe von N,N-Dimethylformamid, Chlormethyl(dimethoxy)methylsilan, Methyltriphenylphosphoniumchlorid und N,N'-Diphenyl-*p*-phenylendiamin erhaltene Suspension weist einen Wassergehalt von 0,38 % auf. Ein <sup>1</sup>H-NMR der Reaktionslösung nach beendeter Reaktion zeigt ein Verhältnis Produkt:Dimer von 1:0,24. Durch Destillation werden 849 g Methacryloxymethyl(dimethoxy)methylsilan erhalten. Dies entspricht einer Ausbeute von 52 %.

### Beispiel 7

[0068] Die in Beispiel 1 beschriebene Verfahrensweise wird wiederholt mit dem Unterschied, dass auf den Einsatz von 400 g N,N-Dimethylformamid verzichtet wird. Zur vollständigen Reaktion des 3-Chlorpropyltrimethoxysilans ist zehnstündiges Erhitzen auf 115°C notwendig. Ein <sup>1</sup>H-NMR der Reaktionslösung nach vollständiger Reaktion zeigt ein Produkt:Dimer-Verhältnis von 1:0,06. Es werden 1667 g (84 %) 3-Methacryloxypropyltrimethoxysilan erhalten.

### Beispiel 8

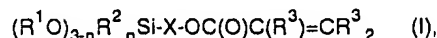
[0069] 448,8 g (8 Mol) Kaliumhydroxid werden in 400 g Wasser gelöst und mit 688,1 g (8 Mol) Methacrylsäure neutralisiert. Die so erhaltene Suspension wird am Rotationsverdampfer bei einer Temperatur von 50 °C und einem Druck von 20 hPa acht Stunden lang getrocknet. Das so erhaltene Kaliummethacrylat (Wassergehalt: 0,8 %) wird in ein mit Stickstoff geflutetes Reaktionsgefäß überführt und mit einer Lösung von 2,1 g N,N'-Diphenyl-*p*-phenylendiamin und 25 g Methyltriphenylphosphoniumchlorid in einer Mischung aus 1590 g (8 Mol) 3-Chlorpropyltrimethoxysilan und 400 g N,N-Dimethylformamid versetzt. Das Reaktionsgemisch wird drei Stunden bei 115 °C und 250 hPa gerührt. Nach Abkühlen des Reaktionsgemisches auf Raumtemperatur und Filtration vom entstandenen Kaliumchlorid wird das N,N-Dimethylformamid bei 50°C/5 hPa abgetrennt. Ein <sup>1</sup>H-NMR des verbleibenden Rohproduktes zeigt ein Produkt:Dimer-Verhältnis von 1 : 0,12. Das Rohprodukt wird mit 1,7 g 2,6-Di-*tert*-butyl-phenol versetzt. Durch Destillation bei 5 hPa über eine 20 cm Kolonne mit Raschig-Ringen



werden bei einer Siedetemperatur von 102-103°C 1349 g 3-Methacryloxypropyl-trimethoxysilan erhalten. Dies entspricht einer Ausbeute von 68 %.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung ungesättigter, carbonyloxyorganische Gruppen aufweisender Organosilane der allgemeinen Formel



wobei

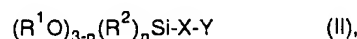
R<sup>1</sup> gleich oder verschieden sein kann und einen einwertigen, gegebenenfalls substituierten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, der mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein kann, bedeutet,

R<sup>2</sup> gleich oder verschieden sein kann und einen einwertigen, SiC-gebundenen, gegebenenfalls substituierten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, der mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein kann, oder Sil(oxan)ylrest bedeutet,

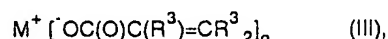
X einen zweiwertigen, gegebenenfalls substituierten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 40 Kohlenstoffatomen, der mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein kann, bedeutet,

R<sup>3</sup> gleich oder verschieden sein kann und Wasserstoffatom oder einen einwertigen, gegebenenfalls substituierten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 40 Kohlenstoffatomen, der mit Sauerstoffatomen unterbrochen sein kann, bedeutet und n 0, 1, 2 oder 3 ist,

durch Umsetzung von halogenorganofunktionellen Siliciumverbindungen der Formel



wobei R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, X und n die oben angegebenen Bedeutungen haben und Y ein Halogenatom darstellt, mit Salz einer ungesättigten organischen Carbonsäure der Formel



wobei

R<sup>3</sup> die obige Bedeutung hat, M Alkali- oder Erdalkalimetallatom bedeutet und o entsprechend der Wertigkeit von M 1 oder 2 sein kann, in Anwesenheit von Phosphoniumsalz als Phasentransferkatalysator.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, dass das molare Verhältnis von halogenorganofunktioneller Siliciumverbindung der Formel (II) zur Carboxylgruppe im Salz der Formel (III) zwischen 0,5 und 1,5 liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren unter Inertgasatmosphäre durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Phasentransferkatalysator in Mengen von 0,1 bis 20 Gewichtsprozent, bezogen auf die Menge der eingesetzten halogenorganofunktionellen Siliciumverbindung der Formel (II), eingesetzt wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Salz der Formel (III) solches eingesetzt wird, das durch Umsetzung einer wässrigen Lösung eines Metallhydroxids (I) der Formel (VII) M(OH)<sub>k</sub>, wobei M eine in Anspruch 1 dafür angegebene Bedeutung hat und k abhängig von der Wertigkeit von M 1 oder 2 bedeutet, mit einer ungesättigten organischen Carbonsäure (ii) der Formel



- wobei R<sup>3</sup> die in Anspruch 1 angegebene Bedeutung hat, in Anwesenheit eines organischen Lösungsmittels (iii), welches mit Wasser ein Azeotrop bildet und welches in flüssiger Form mit Wasser ein Zweiphasen-System bildet, gefolgt von a) der Entfernung des Wassers durch azeotrope Destillation sowie weiter gefolgt von b) der destillativen Abtrennung von 10 bis 100 Gewichts-% des eingesetzten organischen Lösungsmittels erhalten wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass es in Anwesenheit von organischem Lösungsmittel durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass halogenorganofunktionelle Siliciumverbindungen der Formel (II) mit Salz einer ungesättigten organischen Carbonsäure der Formel (III) in Anwesenheit von Phosphoniumsalz als Phasentransferkatalysator, polar-aprotischem organischen Lösungsmittel und Inhibitor umgesetzt werden.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass halo-

genorganofunktionelle Siliciumverbindungen der Formel (II) mit Salz einer ungesättigten organischen Carbonsäure der Formel (III) in Anwesenheit von Phosphoniumsalz als Phasentransferkatalysator, polar-aprotischem organischen Lösungsmittel und Inhibitor umgesetzt werden, wobei das Salz der Formel (III) durch Umsetzung einer wässrigen Lösung eines Metallhydroxids (I) der Formel (VII) mit einer ungesättigten organischen Carbonsäure (ii) der Formel (IV) in Anwesenheit eines organischen Lösungsmittels (iii), welches mit Wasser ein Azeotrop bildet und welches in flüssiger Form mit Wasser ein Zweiphasen-System bildet, gefolgt von a) der Entfernung des Wassers durch azeotrope Destillation sowie weiter gefolgt von b) der destillativen Abtrennung von 10 bis 100 Gewichts-% des eingesetzten organischen Lösungsmittels hergestellt wird.

20

25

30

35

40

45

50

55



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 00 7327

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 180 (C-079), 19. November 1981 (1981-11-19) & JP 56 104890 A (TORAY IND INC), 20. August 1981 (1981-08-20) * Zusammenfassung *	1-8	C07F7/18
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 246 (C-439), 11. August 1987 (1987-08-11) & JP 62 053995 A (TORAY IND INC), 9. März 1987 (1987-03-09) * Zusammenfassung *	1	
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 197731 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class A41, AN 1977-54813Y XP002198061 & JP 52 073826 A (MITSUBISHI MET IND KK), 21. Juni 1977 (1977-06-21) * Zusammenfassung *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 379 (C-463), 10. Dezember 1987 (1987-12-10) & JP 62 149687 A (TORAY IND INC), 3. Juli 1987 (1987-07-03) * Zusammenfassung *	1	
D,A	EP 0 242 627 A (STAUFFER WACKER SILICONE CORP) 28. Oktober 1987 (1987-10-28) * Spalte 13; Anspruch 1 *	1	
D,A	EP 0 437 653 A (HUELS CHEMISCHE WERKE AG) 24. Juli 1991 (1991-07-24) * Seite 3, Zeile 1 - Zeile 25 *	1	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 3. Mai 2002	Prüfer Bader, K
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPC FORM 1503 03 82 (P/AG/03)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 00 7327

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 1 004 587 A (DEGUSSA) 31. Mai 2000 (2000-05-31) * Seite 6; Beispiel 1 *	1	
A	EP 0 483 480 A (HUELS CHEMISCHE WERKE AG) 6. Mai 1992 (1992-05-06) * Seite 7; Anspruch 1 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 3. Mai 2002	Prüfer Bader, K
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : mündliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  O : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1523 (03.02.92) (P/ReC03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 00 7327

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-05-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 56104890	A	20-08-1981	KEINE		
JP 62053995	A	09-03-1987	KEINE		
JP 52073826	A	21-06-1977	JP	1265589 C	27-05-1985
			JP	59040158 B	28-09-1984
JP 62149687	A	03-07-1987	KEINE		
EP 0242627	A	28-10-1987	US	4647683 A	03-03-1987
			AU	582725 B2	06-04-1989
			AU	7045187 A	01-10-1987
			BR	8701395 A	29-12-1987
			CA	1269670 A1	29-05-1990
			EP	0242627 A2	28-10-1987
			JP	62232439 A	12-10-1987
EP 0437653	A	24-07-1991	AT	111470 T	15-09-1994
			DE	59007141 D1	20-10-1994
			EP	0437653 A1	24-07-1991
			JP	2801330 B2	21-09-1998
			JP	3209388 A	12-09-1991
			US	4946977 A	07-08-1990
EP 1004587	A	31-05-2000	DE	19854218 A1	31-05-2000
			EP	1004587 A2	31-05-2000
			JP	2000159780 A	13-06-2000
EP 0483480	A	06-05-1992	DE	4034612 A1	07-05-1992
			AT	133675 T	15-02-1996
			CA	2054411 A1	01-05-1992
			DE	59107337 D1	14-03-1996
			EP	0483480 A1	06-05-1992
			ES	2082895 T3	01-04-1996
			JP	2924988 B2	26-07-1999
			JP	4288089 A	13-10-1992
			US	5117027 A	26-05-1992

EPC-ORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**